

PCT/JP 2004/018673

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

08.12.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 2 月 2 4 日
Date of Application:

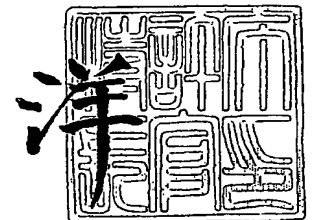
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 4 2 6 3 3 4
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 4 2 6 3 3 4]

出 願 人 トヨタ自動車株式会社
Applicant(s):

2 0 0 5 年 1 月 2 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 1 2 3 2 0 9

【書類名】 特許願
【整理番号】 TY232
【提出日】 平成15年12月24日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 F01L 13/00
F01L 3/00
F02D 13/02

【発明者】
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
【氏名】 浅田 俊昭

【発明者】
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
【氏名】 江崎 修一

【発明者】
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
【氏名】 立野 学

【特許出願人】
【識別番号】 000003207
【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】
【識別番号】 100106150
【弁理士】
【氏名又は名称】 高橋 英樹
【電話番号】 03-5379-3088

【代理人】
【識別番号】 100082175
【弁理士】
【氏名又は名称】 高田 守
【電話番号】 03-5379-3088

【選任した代理人】
【識別番号】 100120499
【弁理士】
【氏名又は名称】 平山 淳
【電話番号】 03-5379-3088

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 008268
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

内燃機関の弁体の作用角およびまたはリフト量を変化させる機能を有する可変動弁機構であって、

前記作用角およびまたはリフト量を変化させるべくその状態が制御される制御軸と、

カムと弁体との間に介在しカムの回転と同期して揺動することにより当該カムの押圧力を前記弁体に伝達する揺動アームと、

前記制御軸の状態に応じて、前記弁体に対する前記揺動アームの基本相対角を変化させる可変機構と、

前記制御軸および前記カムの近傍温度を検出または推定する温度検出手段と、

前記制御軸の状態を検知する状態検知センサと、

内燃機関の停止時における前記近傍温度を停止時温度として取得する停止時温度取得手段と、

内燃機関の停止時における作用角およびまたはリフト量を、前記制御軸の状態に基づいて、停止時特性値として検知する停止時特性値検知手段と、

内燃機関の再始動想定温度と前記停止時温度との差、および前記停止時特性値に基づいて、非補正再始動時特性値を算出する非補正再始動時特性値算出手段と、

前記非補正再始動時特性値を、前記再始動想定温度に適した作用角およびまたはリフト量に変換するための補正値を算出する補正値算出手段と、

内燃機関の再始動に先立って、作用角およびまたはリフト量に前記補正値の変化が生ずるように、前記制御軸の状態を補正する始動前補正手段と、

を備えることを特徴とする可変動弁機構。

【請求項 2】

前記始動前補正手段は、内燃機関の停止時に上記の補正を行うことを特徴とする請求項 1 記載の可変動弁機構。

【請求項 3】

前記再始動想定温度は、内燃機関の使用温度範囲の最低温度であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の可変動弁機構。

【請求項 4】

内燃機関の弁体の作用角およびまたはリフト量を変化させる機能を有する可変動弁機構であって、

前記作用角およびまたはリフト量を変化させるべくその状態が制御される制御軸と、

カムと弁体との間に介在しカムの回転と同期して揺動することにより当該カムの押圧力を前記弁体に伝達する揺動アームと、

前記制御軸の状態に応じて、前記弁体に対する前記揺動アームの基本相対角を変化させる可変機構と、

前記制御軸および前記カムの近傍温度を検出または推定する温度検出手段と、

前記制御軸の状態を検知する状態検知センサと、

内燃機関の停止時における前記近傍温度を停止時温度として取得する停止時温度取得手段と、

内燃機関の停止時における作用角およびまたはリフト量を、前記制御軸の状態に基づいて、停止時特性値として検知する停止時特性値検知手段と、

内燃機関の停止中における前記近傍温度を停止中温度として取得する停止中温度取得手段と、

前記停止時温度、前記停止時特性値、および前記停止中温度に基づいて、内燃機関の停止中における作用角およびまたはリフト量が再始動に適した値に維持されるように、前記制御軸の状態を補正する停止中補正手段と、

を備えることを特徴とする可変動弁機構。

【請求項 5】

前記停止中補正手段は、

前記停止時温度と前記停止中温度との差に基づいて第1の特性値変動量を算出する第1特性値変動量算出手段と、

前記停止時特性値と前記第1の特性値変動量との和を実特性値として算出する第1実特性値算出手段と、

算出された実特性値が再始動に適した値であるか否かを判断する適正判断手段と、

実特性値が再始動に適した値でないと判断された場合に、実特性値が再始動に適した値となるように前記制御軸の状態を補正する制御軸補正手段と、

前記制御軸の補正により実現された補正後特性値を算出する補正後特性値算出手段と、

前記制御軸の補正が行われた後に前記停止中温度に生じた温度差に基づいて第2の特性値変動量を算出する第2特性値変動量算出手段と、

前記補正後特性値と前記第2の特性値変動量との和を実特性値として算出する第2実特性値算出手段と、

を含むことを特徴とする請求項4記載の可変動弁機構。

【請求項6】

内燃機関の弁体の作用角およびまたはリフト量を変化させる機能を有する可変動弁機構であって、

前記作用角およびまたはリフト量を変化させるべくその状態が制御される制御軸と、

カムと弁体との間に介在しカムの回転と同期して揺動することにより当該カムの押圧力を前記弁体に伝達する揺動アームと、

前記制御軸の状態に応じて、前記弁体に対する前記揺動アームの基本相対角を変化させる可変機構と、

前記制御軸および前記カムの近傍温度を検出または推定する温度検出手段と、

前記制御軸の状態を検知する状態検知センサと、

内燃機関の停止時における前記近傍温度を停止時温度として取得する停止時温度取得手段と、

内燃機関の停止時における作用角およびまたはリフト量を、前記制御軸の状態に基づいて、停止時特性値として検知する停止時特性値検知手段と、

内燃機関の再始動要求時における前記近傍温度を再始動要求時温度として取得する再始動要求時温度取得手段と、

前記再始動要求時温度と前記停止時温度との差、および前記停止時特性値に基づいて、非補正再始動要求時特性値を算出する非補正再始動要求時特性値算出手段と、

前記非補正再始動要求時特性値を、再始動に適した特性値に変換するための補正値を算出する補正値算出手段と、

内燃機関の再始動に先立って、作用角およびまたはリフト量に前記補正値の変化が生ずるように、前記制御軸の状態を補正する再始動前補正手段と、

を備えることを特徴とする可変動弁機構。

【請求項7】

前記内燃機関は、運転者の操作に依らずに自動停止および自動始動する機能を有するものであることを特徴とする請求項4乃至6の何れか1項記載の可変動弁機構。

【書類名】明細書

【発明の名称】可変動弁機構

【技術分野】

【0001】

この発明は、可変動弁機構に係り、特に、カムシャフトの回転と同期して開閉する弁の作用角およびまたはリフト量を変化させることのできる内燃機関の可変動弁機構に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、例えば特開平7-63023号公報には、カムシャフトの回転と同期して開閉する弁体を備える内燃機関において、その弁体のリフト量を変化させる可変動弁機構が開示されている。この可変動弁機構は、カムと弁体との間に、カムの動作と同期して揺動する揺動アームを備えている。揺動アームは、弁体に対する基本の相対角度を変化させることができるように、自由度をもって内燃機関に組み付けられている。そして、この機構は、揺動アームをカムに向けて付勢することで揺動アームの動きを規制するロストモーションスプリングと、制御軸の回転に伴って、揺動アームと弁体との相対角度を変化させる可変機構とを備えている。

【0003】

上述した可変動弁機構によれば、ロストモーションスプリングの作用により、常に、カムと揺動アームとが機械的に接した状態を維持することができる。このため、この機構によれば、カムの発する機械的な力を、常にロス無く弁体に伝えることができる。更に、この可変動弁機構によれば、制御軸を回転させることにより、揺動アームと弁体の基準の相対角度を変化させることができる。この相対角度が変化すると、カムの押圧力が揺動アームに伝達され始めた後、つまり、カムの作用により揺動アームが揺動し始めた後、揺動アームが実際に弁体を押し下げ始めるまでの期間（クランク角）を変化させることができる。

【0004】

揺動アームが実際に弁体を押し下げ始めるまでの期間が変化すると、弁体が非閉弁状態とされるクランク角の幅（以下、その幅を「作用角」と称する）が変化し、また、弁体に生ずるリフト量のプロファイルが変化する。このため、上記従来の機構によれば、弁体の作用角およびリフト量を、高い自由度で変化させることが可能である。

【0005】

【特許文献1】特開平7-63023号公報

【特許文献2】特開平7-293216号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

内燃機関を適切に運転させるための作用角およびリフト量は、その運転状態に応じて適切に設定することが必要である。具体的には、内燃機関の始動時には、始動に適した作用角およびリフト量を設定しておくことが必要である。しかし、内燃機関の停止時には、その始動に適した作用角およびリフトが実現されていないことがある。このため、可変動弁機構を備える内燃機関においては、内燃機関の停止が要求された後、次の始動までの間に、作用角およびリフト量を修正しておくことが必要である。

【0007】

上述した従来の可変動弁機構においては、制御軸を回転させることにより弁体の作用角およびリフト量を修正することができる。このため、例えば、内燃機関の始動が要求された際に、まず、始動に適した作用角およびリフト量が実現されるように制御軸の回転位置を調整し、その後に内燃機関の始動を開始すれば、良好な始動特性を得ることができる。

【0008】

ところが、制御軸の回転位置を調整するためには、その回転位置を検出する必要がある

。そして、その検出を可能とするセンサの出力と、現実の回転位置との関係は、センサや可変動弁機構の個体差、或いはそれらの経時変化などに応じて変化することがある。このため、内燃機関の始動時に、制御軸の回転位置を正しく調整するためには、制御軸の状態との相関関係が正しく補正されたセンサ出力を基礎として、その調整を行うことが必要である。

【0009】

制御軸の回転位置と、その位置を検知するためのセンサ出力との関係は、例えば、制御軸を移動端まで回転させ、その際に得られるセンサ出力を読み取ることにより較正することができる。しかし、内燃機関の始動時には、時間的な制約から、そのような手法でセンサ出力を較正することはできない。このため、上記の要求を満たす手法としては、内燃機関の始動後にセンサ出力を較正しておき、内燃機関の停止が要求された際に、その要求時におけるセンサ出力を、その時点における制御軸の回転位置（または弁体の作用角、リフト量）に対応するものとして検知し、更に、そのセンサ出力を基礎として、始動のための制御軸調整を行うことが妥当であると考えられる。

【0010】

しかしながら、可変動弁機構の周囲温度は、内燃機関の停止後に大きく変化するのが通常である。このため、制御軸やカムシャフトの周辺では、内燃機関の停止後に大きな熱変形が生じ易い。可変動弁機構において、このような熱変形が生ずると、制御軸とカムとの間に介在している揺動アームや、その揺動アームの角度を変化させるための可変機構の状態に変化が生ずる。

【0011】

具体的には、上記従来の可変動弁機構においては、制御軸周辺の温度が下降する際には、制御軸とカムシャフトの間隔が短くなり、その結果、揺動アームの状態が大作用角・大リフト方向に変化する現象が生ずる。一方、制御軸周辺の温度が上昇する際には、制御軸とカムシャフトの間隔が長くなり、その結果、揺動アームの状態が小作用角・小リフト方向に変化する現象が生ずる。このため、可変動弁機構を備える内燃機関では、その停止時にセンサ出力を取得し、そのセンサ出力を基礎として始動のための制御軸調整を行うこととしても、始動時の制御軸の状態は、停止後に生じた温度変化の分だけ、最適な作用角およびリフト量を発生させる状態からずれることとなる。

【0012】

この発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、内燃機関の停止後に生ずる温度変化に影響されることなく、内燃機関の始動時に、常に最適な開弁特性を弁体に与えることのできる可変動弁機構を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

第1の発明は、上記の目的を達成するため、内燃機関の弁体の作用角およびまたはリフト量を変化させる機能を有する可変動弁機構であって、

前記作用角およびまたはリフト量を変化させるべくその状態が制御される制御軸と、カムと弁体との間に介在しカムの回転と同期して揺動することにより当該カムの押圧力を前記弁体に伝達する揺動アームと、

前記制御軸の状態に応じて、前記弁体に対する前記揺動アームの基本相対角を変化させる可変機構と、

前記制御軸および前記カムの近傍温度を検出または推定する温度検出手段と、

前記制御軸の状態を検知する状態検知センサと、

内燃機関の停止時における前記近傍温度を停止時温度として取得する停止時温度取得手段と、

内燃機関の停止時における作用角およびまたはリフト量を、前記制御軸の状態に基づいて、停止時特性値として検知する停止時特性値検知手段と、

内燃機関の再始動想定温度と前記停止時温度との差、および前記停止時特性値に基づいて、非補正再始動時特性値を算出する非補正再始動時特性値算出手段と、

前記非補正再始動時特性値を、前記再始動想定温度に適した作用角およびまたはリフト量に変換するための補正値を算出する補正値算出手段と、

内燃機関の再始動に先立って、作用角およびまたはリフト量に前記補正値の変化が生ずるように、前記制御軸の状態を補正する始動前補正手段と、
を備えることを特徴とする。

【0014】

また、第2の発明は、第1の発明において、前記始動前補正手段は、内燃機関の停止時に上記の補正を行うことを特徴とする。

【0015】

また、第3の発明は、第1または第2の発明において、前記再始動想定温度は、内燃機関の使用温度範囲の最低温度であることを特徴とする。

【0016】

また、第4の発明は、内燃機関の弁体の作用角およびまたはリフト量を変化させる機能を有する可変動弁機構であって、

前記作用角およびまたはリフト量を変化させるべくその状態が制御される制御軸と、

カムと弁体との間に介在しカムの回転と同期して揺動することにより当該カムの押圧力を前記弁体に伝達する揺動アームと、

前記制御軸の状態に応じて、前記弁体に対する前記揺動アームの基本相対角を変化させる可変機構と、

前記制御軸および前記カムの近傍温度を検出または推定する温度検出手段と、

前記制御軸の状態を検知する状態検知センサと、

内燃機関の停止時における前記近傍温度を停止時温度として取得する停止時温度取得手段と、

内燃機関の停止時における作用角およびまたはリフト量を、前記制御軸の状態に基づいて、停止時特性値として検知する停止時特性値検知手段と、

内燃機関の停止中における前記近傍温度を停止中温度として取得する停止中温度取得手段と、

前記停止時温度、前記停止時特性値、および前記停止中温度に基づいて、内燃機関の停止中における作用角およびまたはリフト量が再始動に適した値に維持されるように、前記制御軸の状態を補正する停止中補正手段と、

を備えることを特徴とする。

【0017】

また、第5の発明は、第4の発明において、

前記停止中補正手段は、

前記停止時温度と前記停止中温度との差に基づいて第1の特性値変動量を算出する第1特性値変動量算出手段と、

前記停止時特性値と前記第1の特性値変動量との和を実特性値として算出する第1実特性値算出手段と、

算出された実特性値が再始動に適した値であるか否かを判断する適正判断手段と、

実特性値が再始動に適した値でないと判断された場合に、実特性値が再始動に適した値となるように前記制御軸の状態を補正する制御軸補正手段と、

前記制御軸の補正により実現された補正後特性値を算出する補正後特性値算出手段と、

前記制御軸の補正が行われた後に前記停止中温度に生じた温度差に基づいて第2の特性値変動量を算出する第2特性値変動量算出手段と、

前記補正後特性値と前記第2の特性値変動量との和を実特性値として算出する第2実特性値算出手段と、

を含むことを特徴とする。

【0018】

また、第6の発明は、内燃機関の弁体の作用角およびまたはリフト量を変化させる機能を有する可変動弁機構であって、

前記作用角およびまたはリフト量を変化させるべくその状態が制御される制御軸と、カムと弁体との間に介在しカムの回転と同期して揺動することにより当該カムの押圧力を前記弁体に伝達する揺動アームと、

前記制御軸の状態に応じて、前記弁体に対する前記揺動アームの基本相対角を変化させる可変機構と、

前記制御軸および前記カムの近傍温度を検出または推定する温度検出手段と、

前記制御軸の状態を検知する状態検知センサと、

内燃機関の停止時における前記近傍温度を停止時温度として取得する停止時温度取得手段と、

内燃機関の停止時における作用角およびまたはリフト量を、前記制御軸の状態に基づいて、停止時特性値として検知する停止時特性値検知手段と、

内燃機関の再始動要求時における前記近傍温度を再始動要求時温度として取得する再始動要求時温度取得手段と、

前記再始動要求時温度と前記停止時温度との差、および前記停止時特性値に基づいて、非補正再始動要求時特性値を算出する非補正再始動要求時特性値算出手段と、

前記非補正再始動要求時特性値を、再始動に適した特性値に変換するための補正値を算出する補正値算出手段と、

内燃機関の再始動に先立って、作用角およびまたはリフト量に前記補正値の変化が生ずるように、前記制御軸の状態を補正する再始動前補正手段と、

を備えることを特徴とする。

【0019】

また、第7の発明は、第4乃至第6の発明の何れかにおいて、前記内燃機関は、運転者の操作に依らずに自動停止および自動始動する機能を有するものであることを特徴とする。

【発明の効果】

【0020】

第1の発明によれば、制御軸を回転させることにより、制御軸とカムとの間に介在する可変機構と揺動アームの状態を変化させ、その結果として弁体の開弁特性を変化させることができる。そして、本発明によれば、内燃機関の停止時における温度（停止時温度）と内燃機関の再始動想定温度との差と、内燃機関の停止時における作用角およびまたはリフト量（停止時特性値）とに基づいて、制御軸の状態が補正されずに再始動がなされた場合に生ずる作用角およびまたはリフト量（非補正再始動時特性値）を算出し、更に、その非補正再始動時特性値を再始動想定温度に適した特性値に変換するための補正値を算出することができる。その後、内燃機関の再始動に先立ってその補正値に基づく補正が実行されるため、内燃機関の再始動時には常に、想定温度下で最適とされる開弁特性を弁体に与えることができる。

【0021】

第2の発明によれば、想定温度下で最適とされる開弁特性を実現するための補正を、内燃機関の停止時に行うことができる。このため、本発明によれば、再始動の要求が生じた後に、内燃機関を迅速に再始動させることができる。

【0022】

第3の発明によれば、内燃機関の始動時に、使用温度範囲の最低温度下での最適な開弁特性を弁体に与えることができる。このため、本発明によれば、全ての使用温度範囲内で内燃機関を良好に始動させることができる。

【0023】

第4の発明によれば、制御軸を回転させることにより、制御軸とカムとの間に介在する可変機構と揺動アームの状態を変化させ、その結果として弁体の開弁特性を変化させることができる。そして、本発明によれば、内燃機関の停止時における（停止時温度）と、内燃機関の停止中における温度（停止中温度）と、内燃機関の停止時における作用角およびまたはリフト量（停止時特性値）とに基づいて制御軸の状態を制御することにより、内燃

機関の停止中における作用角およびまたはリフト量を常に再始動に適した値に維持することができる。このため、本発明によれば、内燃機関の再始動時に、常に最適な開弁特性を弁体に与えることができる。

【0024】

第5の発明によれば、停止時温度と停止中温度との差に基づいて、停止時特性値からの作用角およびまたはリフト量の変動量（第1の特性値変動量）を算出し、その変動量を停止時特性値に加えることにより実作用角およびまたは実リフト量を算出することができる。そして、その実作用角およびまたは実リフト量が再始動に適した値でない場合には、それらが再始動に適した値となるように制御軸の状態を補正することができる。その後、上記の補正により実現された作用角またはリフト量（補正後特性値）に、その補正の後の温度変化に起因する作用角およびまたはリフト量の変動量（第2の特性値変動量）を加えることで再び実作用角およびまたは実リフト量が算出される。そして、それらが始動に適した値から外れる毎に制御軸の補正が行われ、その結果、実作用角およびまたは実リフト量が常に再始動に適した値に維持される。

【0025】

第6の発明によれば、制御軸を回転させることにより、制御軸とカムとの間に介在する可変機構と揺動アームの状態を変化させ、その結果として弁体の開弁特性を変化させることができる。そして、本発明によれば、内燃機関の再始動が要求された際に、内燃機関の停止時における温度（停止時温度）とその時点での温度（再始動要求時温度）との差と、内燃機関の停止時における作用角およびまたはリフト量（停止時特性値）とに基づいて、停止時の状態のまま再始動がなされた場合に生ずる作用角およびまたはリフト量（非補正再始動要求時特性値）を算出し、更に、その非補正再始動要求時特性値を再始動に適した値に変換するための補正值を算出することができる。その後、内燃機関の再始動に先立ってその補正值に基づく補正が実行されることにより、再始動時には、常に再始動に最適な開弁特性が弁体に付与される。

【0026】

第7の発明によれば、自動停止および自動始動する機能を有する内燃機関において、再始動時に常に最適な開弁特性を弁体に与えることができる。このような機能を有する内燃機関においては、始動と停止が数多く繰り返されるため、本発明により始動性が改善されると、内燃機関の状態を著しく良好なものにすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

実施の形態1.

〔可変動弁機構の全体構成〕

図1は、本発明の実施の形態1の可変動弁機構の全体構成を説明するための図である。より具体的には、図1(A)は、可変動弁機構の全体を表した平面図であり、図1(B)はその機構を図1(A)に示すB矢視で表した側面図である。

【0028】

図1に示す構成は、内燃機関のシリンダヘッド10を含んでいる。シリンダヘッド10は、各気筒の両側に位置するように配置された複数の制御軸軸受け11を有しており、それらの制御軸軸受け11により、制御軸12を回転可能に保持している。本実施形態における内燃機関は、4つの気筒を直列に備えたものであり、制御軸12は、それら4つの気筒の上方を縦断するように設けられている。

【0029】

内燃機関における個々の気筒は、それぞれカムの回転と同期して開閉する吸気弁および排気弁を備えている（何れも図1への表示は省略）。本実施形態における可変動弁機構は、少なくとも各気筒の吸気弁について作用角およびリフト量を可変とするための機構である。そして、上述した制御軸12は、その作用角およびリフト量の変更を可能とするために回転位置が制御される構成要素である。

【0030】

吸気弁の作用角およびリフト量を自由に変更することができると、それらを制御することにより、スロットルバルブを用いずに吸入空気量を制御することが可能となる。そして、吸入空気量をそのようにして制御することとすると、吸気管圧力が負圧となるのを避けることができ、内燃機関におけるポンピングロス無くすることができる。本実施形態における内燃機関は、そのような効果を得るべく、スロットルバルブを用いずに可変動弁機構により吸入空気量を制御するいわゆるスロットルレスタイプの内燃機関であるものとする。尚、可変動弁機構の詳細については、後に図2乃至図5を参照して詳細に説明する。

【0031】

制御軸12の端部には、平歯状の第1ギヤ14が固定されている。第1ギヤ14には、同じく平歯状の第2ギヤ16が噛み合わされている。第2ギヤ16の中心には、回転軸18が固定されている。また、回転軸18には、図1(B)に示すように、第2ギヤ16と重なるように半円状のウォームホイール20が固定されている。更に、ウォームホイール20には、モータ22の回転軸に固定されたウォームギヤ24が噛み合わされている。このような構成によれば、モータ22の回転を制御することで、制御軸12の回転位置を制御することができる。

【0032】

制御軸12の端部には、また、制御軸12の回転位置を検出するための回転角センサ26が配置されている。回転角センサ26の出力は、ECU(Electronic Control Unit)28に供給されている。ECU28には、更に、内燃機関の冷却水温THWを検出する水温センサ29が接続されている。ECU28は、回転角センサ26の出力や、水温センサ29の出力を検知し、また、モータ22の状態を制御することができる。

【0033】

また、回転角センサ26の出力と、制御軸12の現実の回転位置との関係は、センサの個体差や、機械的なバラツキ、更にはそれらの経時変化などの影響で、必ずしも全ての場合において一定にはならない。このような前提の下、ECU28は、例えば内燃機関の始動直後などに、制御軸12を一方の制御端まで回転させ（以下、この処理を「突き当て処理」と称す）、その際のセンサ出力に基づいて、その出力を校正する機能を有している。このため、ECU28は、上述した経時変化等の影響を受けることなく、回転角センサ26の出力に基づいて、制御軸12の回転位置を正確に検知することができる。

【0034】

[可変動弁機構の詳細構成]

次に、本実施形態の可変動弁機構が、個々の気筒に対応して備える機械的機構の構成と動作を説明する。尚、以下の説明においては、説明の便宜上、その機械的機構も、符号30を付したうえで「可変動弁機構」と称することとする。また、内燃機関の個々の気筒には、2つの吸気弁が配設されており、それぞれの可変動弁機構30は、2つの吸気弁を駆動するものとする。

【0035】

図2は、一の気筒に対応して設けられる可変動弁機構30の主要部の斜視図である。この可変動弁機構30は、駆動すべき2つの弁体32（ここでは吸気弁）を備えている。弁体32には、それぞれ弁軸34が固定されている。弁軸34の端部は、ロッカーアーム36の一端に設けられたピボットに接している。弁軸34には、バルブスプリング（図2への表示は省略）の付勢力が作用しており、ロッカーアーム36は、その付勢力を受けた弁軸34により上方に付勢されている。ロッカーアーム36の他端は、油圧ラッシュアジャスタ38により回動可能に支持されている。油圧ラッシュアジャスタ38によれば、ロッカーアームの高さ方向の位置を油圧により自動調整することにより、タペットクリアランスを自動調整することができる。

【0036】

ロッカーアーム36の中央部には、ローラ40が配設されている。ローラ40の上部には、揺動アーム42が配置されている。以下、揺動アーム42の周辺の構造を、図3を参照して説明する。

【0037】

図3は、第1アーム部材44と第2アーム部材46の分解斜視図である。第1アーム部材44および第2アーム部材46は、何れも図2に示す可変動弁機構30の主要な構成部材である。既述した揺動アーム42は、図3に示すように、第1アーム部材44の一部である。

【0038】

すなわち、第1アーム部材44は、図3に示すように、2つの揺動アーム42と、それらに挟まれたローラ当接面48とを一体に備える部材である。2つの揺動アーム42は、2つの弁体32のそれぞれに対応して設けられたものであり、それぞれ既述したローラ40（図2参照）に接している。

【0039】

第1アーム部材44には、2つの揺動アーム42を貫通するように開口した軸受け部50が設けられている。また、揺動アーム42には、それぞれ、ローラ40と接する面に同心円部52と押圧部54とが設けられている。同心円部52は、ローラ40との接触面が軸受け部50と同心円を構成するように設けられている。一方、押圧部54は、その先端側の部分ほど軸受け部50の中心からの距離が遠くなるように設けられている。

【0040】

第2アーム部材46は、非揺動部56と揺動ローラ部58を備えている。非揺動部56には貫通孔が設けられており、その貫通孔には、図1を参照して説明した制御軸12が挿入される。更に、非揺動部56および制御軸12には、両者の相対位置を固定するための固定ピン62が挿入されている。このため、非揺動部56と制御軸12とは、一体の構造物として機能する。

【0041】

揺動ローラ部58は、2つの側壁64を備えている。これらの側壁64は、回転軸66を介して回転自在に非揺動部56に連結されている。また、2つの側壁64の間には、カム当接ローラ68と、スライドローラ70が配設されている。カム当接ローラ68およびスライドローラ70は、それぞれ側壁64に挟まれた状態で自由に回転することができる。

【0042】

上述した制御軸12は、第1アーム部材44の軸受け部50により回転可能に保持される部材である。つまり、制御軸12は、軸受け部50に保持された状態で非揺動部56と一体化されるべき部材である。この要求を満たすべく、非揺動部56（つまり第2アーム部材46）は、制御軸12と固定される前に、第1アーム部材44の2つの揺動アーム42の間に位置合わせされる。制御軸12は、この位置合わせがなされた状態で、2つの軸受け部50および非揺動部56を貫通するように挿入される。その後、制御軸12と非揺動部56とを固定すべく固定ピン62が装着される。その結果、第1アーム部材44が制御軸12回りを自由に回転することができ、非揺動部56が制御軸12と一体化され、かつ、揺動ローラ部58が非揺動部56に対して揺動し得る機構が実現される。

【0043】

第1アーム部材44と第2アーム部材46とが、以上のように組み付けられた場合、第1アーム部材44と制御軸12との相対角、つまり、第1アーム部材44と非揺動部56との相対角が所定の条件を満たす範囲では、揺動ローラ部58のスライドローラ70が、第1アーム部材44のローラ当接面48と接することができる。そして、それら両者の接触を維持しながら、上記の所定の条件を満たす範囲で第1アーム部材44を制御軸12回りで回転させると、スライドローラ70は、ローラ当接面48に沿って回転することができる。本実施形態の可変動弁機構は、その回転を伴いながら弁体32を開閉動作させる。尚、その動作については、後に図4および図5を参照して詳細に説明する。

【0044】

図2は、第1アーム部材44、第2アーム部材46、および制御軸12が、上記の手順で組み付けられた状態を示している。この状態において、第1アーム部材44および第2

アーム部材 46 の位置は制御軸 12 の回転位置により規制される。制御軸 12 には、上述した通りギヤ機構を介してモータ 22 が連結されている (図 1 参照)。図 2 に示す状態は、そのモータ 22 により、スライドローラ 70 がローラ当接面 48 に当接するように、制御軸 12 の回転角を調整した状態を示している。

【0045】

本実施形態の可変動弁機構は、また、クランクシャフトと同期して回転するカムシャフト 72 を備えている。カムシャフト 72 は、制御軸 12 と同様に、シリンダヘッド 10 に固定された軸受けにより回転可能に保持されている。カムシャフト 72 には、内燃機関の気筒毎に設けられたカム 74 が固定されている。図 2 に示す状態において、カム 74 は、カム当接ローラ 68 に接しており、揺動ローラ部 58 の上方への移動を規制している。つまり、図 2 に示す状態では、揺動ローラ部 58 のカム当接ローラ 68 およびスライドローラ 70 を介して、第 1 アーム部材 44 のローラ当接面 48 がカム 74 と機械的に連結された状態が実現されている。

【0046】

上述した状態によれば、カム 74 の回転に伴ってカムノーズがカム当接ローラ 68 を押圧すると、その力はスライドローラ 70 を介してローラ当接面 48 に伝達される。スライドローラ 70 は、ローラ当接面 48 の上を転動しながらカム 74 の作用力を第 1 アーム部材 44 に伝え続けることができる。その結果、第 1 アーム部材 44 に、制御軸 12 を中心とする回転が生じ、揺動アーム 42 によりロッカーアーム 36 が押し下げられ、弁体 32 に開弁方向の動きが与えられる。可変動弁機構 30 は、以上説明したように、カム 74 の作用力を、カム当接ローラ 68 およびスライドローラ 70 を介してローラ当接面 48 に伝達することで弁体 32 を作動させることができる。

【0047】

[可変動弁機構の動作]

次に、図 4 および図 5 を参照して、可変動弁機構 30 の動作を説明する。ここで、図 4 および図 5 には、既述した構成要素に加えて、ロストモーションスプリング 76 と、バルブスプリング 78 とが図示されている。バルブスプリング 78 は、既述した通り、弁軸 34 およびロッカーアーム 36 を閉弁方向に付勢するためのスプリングである。一方、ロストモーションスプリング 76 は、ローラ当接面 48 とカム 74 との機械的接触を維持するためのスプリングである。

【0048】

すなわち、可変動弁機構 30 は、上述した通り、カム 74 の作用力を機械的にローラ当接面 48 に伝えることで弁体 32 を駆動する。このため、可変動弁機構 30 が適正に作動するためには、カム 74 とローラ当接面 48 とが、カム当接ローラ 68 およびスライドローラ 70 を介して常に機械的に連結されていることが必要である。そして、この要求を満たすためには、ローラ当接面 48 を、つまり、第 1 アーム部材 44 を、カム 74 の方向に付勢することが必要である。

【0049】

本実施形態において用いられるロストモーションスプリング 76 は、その上端がシリンダヘッド等に固定され、かつ、その下端がローラ当接面 48 の後端部を付勢するように組み付けられている。この場合、その付勢力は、ローラ当接面 48 がスライドローラ 70 を押し上げる方向に作用し、更には、カム当接ローラ 68 をカム 74 に押し当てる力として作用する。その結果、可変動弁機構 30 は、カム 74 とローラ当接面 48 とが機械的に連結された状態を維持することができる。

【0050】

図 4 は、可変動弁機構 30 が弁体 32 に対して小さなリフトを与えるように動作している様子を示す。以下、この動作を「小リフト動作」と称す。より具体的には、図 4 (A) は、小リフト動作の過程で弁体 32 が閉弁している様子を、また、図 4 (B) は小リフト動作の過程で弁体 32 が開弁している様子を、それぞれ表している。

【0051】

図4 (A) において、符号 θ_c は、制御軸 12 の回転位置を表すパラメータである。以下、そのパラメータを「制御軸回転角 θ_c 」とする。ここでは、便宜上、制御軸 12 と非揺動部 56 とを固定する固定ピン 62 の軸方向と鉛直方向とのなす角を制御軸回転角 θ_c と定義することとする。また、図4 (A) において、符号 θ_A は、揺動アーム 42 の回転位置を表すパラメータである。以下、そのパラメータを「アーム回転角 θ_A 」とする。ここでは、便宜上、揺動アーム 42 の先端部と制御軸 12 の中心とを結ぶ直線と水平方向とのなす角をアーム回転角 θ_A と定義することとする。

【0052】

可変動弁機構 30 において、揺動アーム 42 の回転位置、つまり、アーム回転角 θ_A は、スライドローラ 70 の位置により決定される。また、スライドローラ 70 の位置は、揺動ローラ部 58 の回転軸 66 の位置と、カム当接ローラ 68 の位置とで決定される。そして、カム当接ローラ 68 とカム 74 との接触が維持される範囲では、回転軸 66 が図4 における左回り方向に回転するほど、つまり、制御軸回転角 θ_c が大きくなるほど、スライドローラ 70 の位置は上方に変化する。このため、可変動弁機構 30 においては、制御軸回転角 θ_c が大きくなるほど、アーム回転角 θ_A が小さくなるという現象が生ずる。

【0053】

図4 (A) に示す状態において、制御軸回転角 θ_c は、カム当接ローラ 68 がカム 74 との接触を保てる範囲で、つまり、カム 74 がカム当接ローラ 68 の上方への移動を規制し得る範囲でほぼ最大の値とされている。従って、図4 (A) に示す状態において、アーム回転角 θ_A は、ほぼ最小の値となっている。可変動弁機構 30 は、この場合において、揺動アーム 42 の同心円部 52 のほぼ中央がロッカーアーム 36 のローラ 40 に接し、その結果、弁体 32 が閉弁状態となるように構成されている。以下、この場合のアーム回転角 θ_A を、「小リフト時の基準アーム回転角 θ_{A0} 」と称す。

【0054】

図4 (A) に示す状態からカム 74 が回転すると、カム当接ローラ 68 がカムノーズにより押圧されて制御軸 12 方向に移動する。揺動ローラ部 58 の回転軸 66 からスライドローラ 70 までの距離は変化しないため、カム当接ローラ 68 が制御軸 12 に近づく際には、ローラ当接面 48 が、その面上を転動するスライドローラ 70 により押し下げられる。その結果、アーム回転角 θ_A が大きくなる方向に揺動アーム 42 が回転し、揺動アーム 42 とローラ 40 との接触点が、同心円部 52 の中央付近から押圧部 54 に向かって移行する。

【0055】

揺動アーム 42 の回転に伴い、押圧部 54 がローラ 40 に接するようになると、バルブスプリング 78 の付勢力に抗って弁体 32 が開弁方向に移動する。そして、図4 (B) に示すように、カムノーズの頂点がカム当接ローラ 68 と接するタイミングにおいて、アーム回転角 θ_A が最大値（以下、「最大アーム回転角 θ_{AMAX} 」とする）となり、弁体 32 のリフト量が最大となる。その後、カム 74 の回転に伴い、アーム回転角 θ_A が小さくなるに連れて弁体 32 のリフト量は減少し、ローラ 40 と揺動アーム 42 との接触点が同心円部 52 に戻った時点で弁体 32 は閉弁状態となる。

【0056】

小リフト動作の際には、基準アーム回転角 θ_{A0} が小さな値とされているため、カムノーズがカム当接ローラ 68 に接し始めた後、しばらくの間は、弁体 32 が閉弁状態に維持される。そして、最大リフト量が生じた後は、カムノーズによるカム当接ローラ 68 の押圧が終わる以前に、比較的早期に弁体 32 が閉弁状態に復帰する。その結果、小リフト動作の際には、弁体 32 が非閉弁状態とされる期間、つまり、弁体 32 の作用角が小さな値となり、また、弁体 32 の最大リフト量も小さな値となる。

【0057】

図5 は、可変動弁機構 30 が弁体 32 に対して大きなリフトを与えるように動作している様子を示す。以下、この動作を「大リフト動作」と称す。より具体的には、図5 (A) は、大リフト動作の過程で弁体 32 が閉弁している様子を、また、図5 (B) は大リフト

動作の過程で弁体 32 が開弁している様子を、それぞれ表している。

【0058】

大リフト動作を行う場合は、図 5 (A) に示すように、制御軸回転角 θ_c が十分に小さな値に調整される。その結果、非リフト時におけるアーム回転角 θ_A 、つまり、基準アーム回転角 θ_{A0} は、スライドローラ 70 がローラ当接部 28 から脱落しない範囲で十分に大きな値とされる。可変動弁機構 30 は、このような基準アーム回転角 θ_{A0} において、揺動アーム 42 とローラ 40 との接触点が、同心円部 52 の端部に位置するように構成されている。このため、その状態において、弁体 32 は閉弁状態に維持される。

【0059】

図 5 (A) に示す状態からカム 74 が回転すると、カム当接ローラ 68 がカムノーズに押圧され始めた後、即座に、ローラ 40 と揺動アーム 42 との接触点は同心円部 52 から押圧部 54 に移行する。そして、カム当接ローラ 68 がカムノーズのピーク部に押圧されるまで、弁体 32 は大きく開弁方向に押し出される。更に、図 5 (B) に示すように弁体 32 のリフトが最大量となった後も、カムノーズがカム当接ローラ 68 を押圧している間は、弁体 32 の開弁が長期に渡って維持される。このため、可変動弁機構 30 によれば、上述した大リフト動作の実行中は、弁体 32 に対して、大きな作用角と大きなリフト量を与えることができる。

【0060】

[本実施形態の可変動弁機構の課題]

以上説明した通り、本実施形態の可変動弁機構は、制御軸 12 を回転させることにより、弁体 32 の作用角およびリフト量を変化させることができる。そして、本実施形態における内燃機関は、その作用角およびリフト量を適正な値とすることにより所望の吸入空気量を実現し、所望の運転状態を実現することができる。

【0061】

内燃機関を適正に始動させるためには、その始動の際に、始動に適した作用角およびリフト量を弁体 32 に与えておくことが必要である。そして、内燃機関には、想定される全ての使用温度領域において良好な始動性を示すことが要求されるため、内燃機関の始動時には、最も厳しい条件下でも良好な始動性が確保できる作用角およびリフト量が設定されることが必要である。本実施形態では、内燃機関の使用温度領域の最低値を「 -35°C 」としているため、始動時の作用角およびリフト量は、 -35°C の環境下で内燃機関を適正に始動できる範囲に制御されなければならない。以下、その要求を満たす作用角の幅を「極低温始動要求作用角幅」と称す。

【0062】

内燃機関の運転中は、時々刻々運転状態に応じた作用角が実現される。このため、内燃機関の停止が要求された時点では、作用角が極低温始動要求作用角幅から外れているのが通常である。従って、作用角をその幅に収めて内燃機関を始動させるためには、停止が要求された後、現実には始動が開始される前に、作用角が極低温始動要求作用角幅に収まるように制御軸 12 の回転位置を修正することが必要である。

【0063】

上述した通り、本実施形態の可変動弁機構は、制御軸 12 の回転位置を検出する回転角センサ 26 を備えている。このため、ECU 28 は、回転角センサ 26 の出力を見ながらモータ 22 を制御することにより、制御軸 12 の回転位置を適当に修正することができる。ところが、回転角センサ 26 の出力と現実の作用角との関係は、必ずしも絶対的なものではなく、経時変化等の影響を受ける。このため、内燃機関の始動時に、制御軸 12 の回転位置を調整する際には、現実の作用角との対応が保証されたセンサ出力を基礎としてモータ 22 を制御することが望ましい。そして、内燃機関の始動時から見て、回転角センサ 26 の出力と現実の作用角との関係が保証されていた最後の時点は、最後に内燃機関が停止された時点である。従って、内燃機関の始動に備えて制御軸 12 の回転位置を調整するにあたっては、内燃機関の停止時に回転角センサ 26 の出力（つまり、作用角）を検知し、その出力を基礎とすることが妥当である。

【0064】

しかしながら、可変動弁機構30の周囲温度は、内燃機関の停止後に大きく変化するの
が通常である。このため、制御軸12やカムシャフト72の周辺では、内燃機関の停止後
に大きな熱変形が生じ易い。そして、このような熱変形が生ずると、回転角センサ26の
出力と、弁体32の実作用角との関係に変化が生ずる。

【0065】

すなわち、図4(A)中に符号Lを付して示す距離は、制御軸12とカムシャフト72
の間の寸法である。このL寸法は、内燃機関の停止後、シリンダヘッド10周辺温度が低
下することにより小さくなる。一方、シリンダヘッド10の周辺温度が低下する過程では
、制御軸12とカムシャフト72の間に介在している部材、つまり、第1アーム部材44
や第2アーム部材46にも熱収縮が生ずる。

【0066】

本実施形態において、シリンダヘッド10はアルミを主成分とする材質で構成されてお
り、他方、第1アーム部材44や第2アーム部材46は鉄系の材質で構成されている。そ
れらの材質は、それぞれ異なる線膨張係数を示すため、シリンダヘッド10の周辺温度が
低下する際には、L寸法が、第1アーム部材44および第2アーム部材46より大きく収
縮する事態が生ずる。

【0067】

つまり、本実施形態の可変動弁機構30においては、内燃機関の停止後、シリンダヘッ
ド10の周辺温度が低下することにより、実質的にL寸法が小さくなったのと同じ事態が
発生する。その結果、アーム回転角 θ_A が大きくなる方向に揺動アーム42が回転し、弁
体12の実作用角が増加するという現象が生ずる。

【0068】

図6は、内燃機関の温度低下と弁体32の実作用角変化との関係を整理した図である。
図6において、A点は、温度 t_0 、実作用角Aの状態に対応する点である。温度 t_0 は、内燃機
関の運転中における可変動弁機構30の周辺温度である。また、図6中に、A点を通るよ
うに描かれた実線の直線は、制御軸12の回転位置がA点で固定された後に、温度と実作
用角との間に成立する関係を示したものである。この関係によれば、温度 t_0 、実作用角A
の状態内で内燃機関が停止された後、制御軸12が動かされることなく、内燃機関の温度が
使用範囲内の最低温度（ここでは -35°C とする）にまで低下すると、その温度と実作用
角との関係は、A点からB点に移行することになる。

【0069】

図6中に2本の水平破線で示した「極低温始動要求作用角幅」は、 -35°C の極低温環
境下で内燃機関を良好に始動させるための最適な作用角幅である。使用温度範囲の中で内
燃機関を常に良好に始動させるためには、弁体32の実作用角が、その「極低温始動要求
作用角幅」に収められた状態で内燃機関の始動処理（クランキング）が開始されることが
望ましい。例えば、温度と実作用角との関係が図6に示すB点に対応している場合は、実
作用角Bが極低温始動要求作用角幅に収まるように制御軸12の回転位置を調整した後に
、クランキングが開始されることが望ましい。

【0070】

ところが、温度と実作用角との関係がA点からB点に変化する過程において、制御軸12
の回転位置には何らの変化も生じない。このため、内燃機関の停止後に実作用角がAからB
に変化したとしても、その変化が温度の変化のみに起因するものである場合は、回転角セ
ンサ26の出力には何らの変化も生じない。この場合、回転角センサ28の出力のみを基
礎として実作用角が認識されるとすれば、極低温（ -35°C ）下での再始動時には、本来
はBである作用角がAであるものと誤認される事態が生ずる。

【0071】

作用角が現実的にAである場合は、そのAと極低温始動要求作用角幅との差分だけ作用角が
大きくなるように制御軸12の回転位置を調整することで、実作用角を、極低温始動要求
作用角幅に収まる値Cとすることができる。ところが、実作用角がBである状況下で、その

値がAであるものとして同様の調整が行われると、実作用角は、 $(C-A)$ 分だけBより更に大きな値Dとなる（図6中の破線参照）。

【0072】

これに対して、実作用角の温度に対する依存性は、予め実験的に把握しておくことが可能であるため、内燃機関の停止時における温度 t_0 が判れば、内燃機関の温度が極低温（ -35°C ）まで低下する過程で実作用角に生ずる変化量 $(B-A)$ は、温度の変化幅「 $t_0 - (-35)$ 」の関数として求めることができる。そして、内燃機関の停止時における実作用角Aと、その変化量 $(B-A)$ が共に判れば、両者を加えることにより、制御軸12が固定されていた場合に実現される極低温下での実作用角Bを求めることができる。更に、その実作用角Bが判れば、その値Bを、極低温始動要求作用角幅に収まる値Eとするための補正值 ΔVL を算出することができる。

【0073】

そして、内燃機関の停止時に、実作用角Aが ΔVL だけ小さな値Fとなるように制御軸12を調整しておけば、その後内燃機関の温度が極低温（ -35°C ）となった場合に、実作用角Eが極低温始動要求作用角幅に収まる状態を作り出すことができる。この場合、極低温下での再始動時には、何ら制御軸12の回転位置を調整することなく、即座にクランクングを開始するだけで内燃機関を良好に始動させることができる。そこで、本実施形態において、ECU28は、内燃機関の停止時に、実作用角A（回転角センサ26の出力）と温度 t_0 （水温センサ29の出力）を検出し、それらの検出値に基づいて補正值 ΔVL を算出し、更に、その補正值 ΔVL が作用角に生ずるように、制御軸12の回転位置を調整することとした。

【0074】

図7は、上記の機能を実現するためにECU28が実行するルーチンのフローチャートである。尚、このルーチンは、内燃機関の始動時に起動されるルーチンであるものとする。このルーチンでは、先ず、回転角センサ26の出力に基づいて実作用角Aが検出されると共に、水温センサ29の出力に基づいて冷却水温THWが検出される。ここでは、このようにして検出されたTHWが、機関温度 t_0 、つまり、可変動弁機構30の周辺温度として扱われる（ステップ100）。

【0075】

次に、内燃機関の停止が要求されたか否かが判別される（ステップ102）。具体的には、車両のイグニッションスイッチがONからOFFに切り替えられたか否かが判別される。その結果、停止要求が生じていないと判別された場合は、再び上記ステップ100の処理が実行される。一方、停止要求が生じたと判別された場合は、次に、内燃機関の再始動想定温度、具体的には、使用温度範囲における最低温度である「 -35°C 」と、現時点の機関温度、つまり、停止時温度 t_0 との差 $\Delta t = t_0 - (-35^{\circ}\text{C})$ が算出される（ステップ104）。

【0076】

次に、非補正再始動時作用角B（図6参照）が算出される。具体的には、制御軸12の回転位置が補正されることなく可変動弁機構30の周辺温度が再始動想定温度にまで低下した場合に、現実には生ずると予想される作用角、つまり、現在の制御軸12の状態が維持された場合に極低温（ -35°C ）の環境下で生ずると予測される作用角が算出される（ステップ106）。ECU28は、図6に示すような温度と実作用角との関係に対応するマップ或いは演算式（例えば、 $y = ax + b$ のような一次式）を記憶している。本ステップ106では、その関係に、停止時の実作用角Aと、温度差 $\Delta t = t_0 - (-35^{\circ}\text{C})$ とを当てはめることにより、非補正再始動時作用角Bが算出される。

【0077】

次に、補正值 ΔVL （図6参照）が算出される（ステップ108）。具体的には、非補正再始動時作用角Bを、極低温始動要求作用角幅に収めるための補正值 ΔVL が算出される。ECU28は、極低温始動要求作用角幅の中央値Eを予め記憶しており、「 $B-E$ 」なる演算を行うことで、その補正值 ΔVL を算出する。

【0078】

次に、停止時作用角Aを、補正值 ΔVL だけ小さくして、停止時目標作用角F（図6参照）を実現するための処理が行われる（ステップ110）。具体的には、実作用角が補正值 ΔVL 分だけ小さくなるように、制御軸12の回転位置を調整すべく、モータ22を駆動する処理が行われる。

【0079】

以上の処理が終わると、作用角制御の処理が停止され、図7に示すルーチンが終了される。以上の処理によれば、内燃機関の停止時に、可変動弁機構30の周辺温度がその後極低温（ -35°C ）にまで低下するのを見越して、実作用角Aを停止時目標作用角Fに変化させておくことができる。この場合、内燃機関の再始動が図られるまでに可変動弁機構30の周辺温度が現実には極低温にまで低下すれば、極低温始動要求作用角幅に収まる実作用角Eを用いてクランキングを開始することができる。

【0080】

このため、本実施形態の可変動弁機構30によれば、極低温の環境下で、常に良好な始動性を内燃機関に与えることができる。内燃機関の始動性は、始動時の温度が高いほど良好となる。このため、極低温の環境下で良好な始動性が得られる条件によれば、全ての温度領域で良好な始動性を実現することができる。従って、本実施形態の可変動弁機構30によれば、如何なる環境下でも内燃機関を良好に再始動させることができる。

【0081】

また上述した作用角制御の手法によれば、内燃機関の停止時に、再始動に備えた制御軸12の回転位置調整を終了させておくことができる。この場合、再始動時には、何ら制御軸12の状態を変化させることなく速やかにクランキングを開始することができる。このため、本実施形態の可変動弁機構によれば、内燃機関の再始動が要求された後、違和感なくその始動に必要なクランキングを開始させることができる。

【0082】

但し、再始動に備えた制御軸12の回転位置調整は、内燃機関の停止時に行うことに限定されるものではない。つまり、その回転位置調整は、内燃機関の再始動が要求された時点で実行することとしてもよい。図8は、この場合の処理手順を説明するための図である。制御軸12の回転位置調整を始動要求時に行うこととすると、内燃機関の停止後、機関温度が低下する過程においては、弁体32の実作用角が図8に示すA点を通る直線に沿って変化する。そして、可変動弁機構30の周辺温度が極低温にまで低下すると、実作用角はBとなる。

【0083】

制御軸12の回転位置調整を停止時と始動時の何れのタイミングで行うかに関わらず、停止時温度 t_0 と、停止時作用角Aとが検出されていれば、上記の手法により、補正值 ΔVL を算出することが可能である。このため、内燃機関の停止時或いは始動時に、その手法によって補正值 ΔVL を算出し、更に、内燃機関の始動時に、その補正值 ΔVL 分だけ制御軸12の回転位置を調整すれば、始動要求の発生後速やかに、実作用角をBからEに変化させること、つまり、実作用角が極低温始動要求作用角幅に収まる状況を作り出すことができる。そして、その状況が形成された後にクランキングを開始することとすれば、実施の形態1の場合と同様に、全ての温度環境下で内燃機関に対して良好な始動性を与え得る可変動弁機構を実現することができる。

【0084】

ところで、上述した実施の形態1においては、制御軸12を回転させることにより弁体32の作用角およびリフト量を変化させる機構を用いているが、本発明はこれに限定されるものではない。すなわち、弁体32の作用角およびリフト量を変化させる可変動弁機構は、制御軸12を軸方向に移動させることによりその変化を生じさせるものであってもよい。

【0085】

また、上述した実施の形態1においては、可変動弁機構30が、制御軸12の状態に応

じて、作用角およびリフト量の双方を変化させることとしているが、本発明はこれに限定されるものではない。すなわち、可変動弁機構は、作用角およびリフト量の一方のみを変化させるものであってもよい。そして、その場合は、内燃機関の再始動に備えた制御軸 12 の調整は、作用角およびリフト量のうち、変化の生ずる方の値のみに着目して行うこととすればよい。

【0086】

尚、上述した実施の形態 1 においては、第 1 アーム部材 44 および第 2 アーム部材 46 が前記第 1 の発明における「可変機構」に、水温センサ 29 が前記第 1 の発明における「温度検出手段」に、回転角センサ 26 が前記第 1 の発明における「状態検知センサ」に、それぞれ相当していると共に、ECU 28 が、上記ステップ 100 において機関温度 t_0 を検出することにより前記第 1 の発明における「停止時温度取得手段」が、実作用角 A を検出することにより「停止時特性値検知手段」が、上記ステップ 106 の処理を実行することにより前記第 1 の発明における「非補正再始動時特性値算出手段」が、上記ステップ 108 の処理を実行することにより前記第 1 の発明における「補正值算出手段」が、上記ステップ 110 の処理を実行することにより前記第 1 の発明における「始動前補正手段」が、それぞれ実現されている。

【0087】

実施の形態 2.

次に、図 9 乃至図 10 を参照して、本発明の実施の形態 2 について説明する。本実施形態の可変動弁機構は、構造的には実施の形態 1 の可変動弁機構と同様の構造を有している。本実施形態の可変動弁機構は、所謂アイドリングストップ機能を有するエコラン車両や、ハイブリッド自動車など、自動停止・自動始動の機能を有する内燃機関と組み合わせて用いるのに好適な特性を有している。以下、本実施形態の可変動弁機構が、自動停止・自動始動の機能を有する車両との組み合わせで用いられる場合について説明する。

【0088】

図 9 は、本実施形態の可変動弁機構において用いられる制御軸 12 の制御手法を説明するための図を示す。図 9 において、一点鎖線で示す直線は、制御軸 12 の回転位置が、A 点を通る位置で固定された場合に、可変動弁機構 30 の周辺温度と実作用角との間に成立する関係を表したものである。本実施形態の可変動弁機構 30 は、実施の形態 1 の場合と同様の構成を有しているため、弁体 32 の実作用角には、実施の形態 1 の場合と同様の温度特性が表れる。このため、内燃機関の停止後は、制御軸 12 の回転位置が固定されていても、機関温度の低下に伴って弁体 32 の実作用角に変化が生ずる。

【0089】

エコラン車両やハイブリッド車両においては、内燃機関の自動停止と自動始動とが頻繁に繰り返される。また、これらの車両においては、内燃機関を、違和感なく自動始動させることが要求される。そして、このような要求を満たすためには、内燃機関の始動時に、弁体 32 の実作用角を十分に振動等を抑え得る値に制御しておくことが必要である。

【0090】

図 9 中に 2 本の水平破線で示した「再始動要求作用角幅」は、そのような要求を満たす作用角の幅である。この再始動要求作用角幅は、あくまでも内燃機関の始動に適した作用角の幅であるから、内燃機関に通常の運転が要求されている間は実作用角がその幅から外れるのが通常である。このため、内燃機関は、多くの場合、実作用角が再始動要求作用角幅から外れた状態（例えば、実作用角 A の状態）で停止される。そして、良好な始動性を得るためには、その停止の後、再始動が図られるまでの間に、実作用角 A が再始動要求作用角幅に収まるように、制御軸 12 の回転位置を調整しておくことが必要である。

【0091】

始動要求に対する内燃機関の応答性は良好であるほど好ましい。特に、始動と停止が頻繁に繰り返されるエコラン車両やハイブリッド車両では、良好な応答性が特に望まれる。始動に対する応答性を高めるためには、実作用角を再始動要求作用角幅に収めるための調整作業は、始動要求の発生に先立って終了していることが望ましい。このため、本実施形

態では、図9中に実線の折れ線（矢印含む）で示すように、内燃機関の停止後、実作用角Aが即座に再始動要求作用角幅内の値に変化し、その後、内燃機関が停止している間中、温度変化に関わらず、実作用角が再始動要求作用角幅内に収まり続けるように、制御軸12の回転位置の調整を行うこととした。この場合、如何なるタイミングで内燃機関の自動始動が要求されても、実作用角が常に再始動要求作用角幅に収まっているため、即座にクランキングを開始するだけで、速やかにその自動始動を実現することが可能である。

【0092】

図10は、上記の機能を実現するために本実施形態においてECU28が実行するルーチンのフローチャートである。尚、このルーチンは、エコラン車両やハイブリッド車両のシステムが始動されることにより起動されるルーチンであるものとする。このルーチンでは、先ず、回転角センサ26の出力に基づいて実作用角Aが検出されると共に、水温センサ29の出力に基づいて冷却水温THWが検出される。ここでは、このようにして検出されたTHWが、機関温度 t_0 、つまり、可変動弁機構30の周辺温度として扱われる（ステップ120）。

【0093】

次に、内燃機関の停止が要求されたか否かが判別される（ステップ122）。その結果、機関の停止は要求されていないと判別された場合は、再び上記ステップ120の処理が実行される。一方、機関の停止が要求されていると判別された場合は、更に、車両システム自体の停止が要求されているか否かが判別される（ステップ124）。そして、車両システム自体の停止が要求されていると判別された場合は、その後速やかに今回の処理サイクルが終了される。一方、車両システム自体の停止は要求されていないと判別された場合は、次に、内燃機関の再始動が要求されているか否かが判別される（ステップ126）。

【0094】

本実施形態のシステムは、内燃機関の停止が要求されると、内燃機関を自動的に停止させ、その後、内燃機関の再始動が要求されると内燃機関を自動的に始動させる。従って、上記ステップ122において機関停止の要求が認められた後、上記ステップ126において再始動の要求が認められるまでの間は、内燃機関が停止状態に維持される。この間、可変動弁機構30の周辺温度は時々刻々と低下し、一方、ECU28の内部では、以下に説明するステップ128以降の処理が実行される。

【0095】

すなわち、この場合、ECU28は、先ず、現在の冷却水温度THWを、内燃機関の停止中温度 t_1 として検出する（ステップ128）。次に、上記ステップ120において検出された停止時温度 t_0 と上記の停止中温度 t_1 との差、つまり、内燃機関の停止後に可変動弁機構30の周辺温度に生じた温度差 $\Delta t = t_0 - t_1$ が算出される（ステップ130）。

【0096】

次いで、その温度差 Δt に起因して、内燃機関の停止後に実作用角に生じたと予想される作用角変化量 ΔA が算出される（ステップ132）。ECU28は、図9に示すような温度と実作用角との関係に対応するマップ或いは演算式（例えば、 $y = ax + b$ のような一次式）を記憶している。本ステップ132では、その関係に温度差 $\Delta t = t_0 - t_1$ を当てはめることにより、作用角変化量 ΔA が算出される。

【0097】

次に、 $A + \Delta A$ が再始動要求作用角幅の下限值 α 以上であり、かつ、再始動要求作用角幅の上限値 β 以下であるかが判別される（ステップ134）。内燃機関の停止後に、実作用角に ΔA の変化が生じていれば、現時点における実作用角は、停止時作用角Aに作用角変化量 ΔA を加えた値 $A + \Delta A$ であると推定できる。ここでは、具体的には、その実作用角 $A + \Delta A$ が、再始動要求作用角幅に収まっているかが判別される。

【0098】

内燃機関の停止時には、実作用角Aが再始動要求作用角幅から外れていることが多い。また、その停止の直後においては、実作用角Aと再始動要求作用角幅との乖離を相殺するほどの作用角変化量 ΔA は生じていない。このため、このようなタイミングにおいては、

通常は、上記ステップ134の条件が不成立となる。この場合、最新の実作用角 $A + \Delta A$ と再始動要求作用角幅の中央値との差が補正值 $\Delta VL = (A + \Delta A) - \{(\alpha + \beta) / 2\}$ として算出される(ステップ136)。

【0099】

次に、その補正值 ΔVL 分だけ実作用角を変化させ、新たな実補正角が $(A + \Delta A - \Delta VL)$ となるように、制御軸12の回転位置が調整される。そして、その結果実現される実作用角「 $A + \Delta A - \Delta VL$ 」が最新の実作用角 A として記憶される(ステップ138)。更に、上記の調整が行われた場合は、その時点で検出されていた停止中温度 $t1$ が、新たな温度 $t0$ として記憶され直される(ステップ140)。以後、再び上記ステップ124以降の処理が実行される。

【0100】

以上の処理によれば、内燃機関が自動的に停止された直後に、実作用角 A を速やかに再始動要求作用角幅の中央値に変化させることができる。そして、その変化後の最新の実作用角を新たな A として記憶し、また、その変化が生じた時点の温度を新たな $t0$ として、それぞれ記憶することができる。

【0101】

エコラン車両やハイブリッド車両のシステム自体が停止されず、かつ、内燃機関の再始動が要求されない限りは、以後、上述したステップ128~140の処理が繰り返し実行される。この場合、上記ステップ130では、制御軸12の調整が行われた時点での温度 $t0$ と、現在の停止中温度 $t1$ との差が温度差 Δt として算出される。そして、ステップ134では、制御軸12の調整により実現された実作用角 A に、その調整後に生じた作用角変化量 ΔA を加えた値が、最新の実作用角 $A + \Delta A$ として算出され、更に、その値 $A + \Delta A$ が再始動要求作用角幅に収まっているか否かが判別される。

【0102】

制御軸12の調整が行われた直後は、その調整の後に大きな作用角変化量 ΔA が生じていないため、最新の実作用角 $A + \Delta A$ は、再始動要求作用角幅に収まっている。この場合は、ステップ134において、条件の成立が判定され、以後、再び上記ステップ124以降の処理が行われる。そして、制御軸12の調整が行われた後、十分な時間が経過すると、停止中温度 $t1$ の低下に伴い、最新の実作用角 $A + \Delta A$ が再び再始動要求作用角幅から外れる事態が生ずる。この場合、ステップ134の条件が不成立となり、再び制御軸12の回転位置の調整が行われる(ステップ136~140)。

【0103】

以上の処理が繰り返される結果、内燃機関の自動停止中は、常に実作用角が再始動要求作用角幅の中に収められる。このため、本実施形態の可変動弁機構によれば、内燃機関が自動停止した後、その再始動が要求された際に、優れた応答性を伴って良好な再始動を実現することができる。尚、図10に示すルーチンによれば、内燃機関の再始動が要求された後は、ステップ126の条件成立が判別され、以後、再びステップ120以降の処理が繰り返されることとなる。

【0104】

ところで、上述した実施の形態2では、再始動時における応答性を優先する観点から、内燃機関の停止中に、常に実作用角を再始動時要求作用角幅に収めることとしているが、本発明はこれに限定されるものではない。すなわち、実作用角は、再始動が要求された時点で再始動要求作用角幅に収めることとしてもよい。図11は、この場合の処理手順を説明するための図である。実作用角の修正を始動要求時に行うこととすると、内燃機関の停止後、機関温度が低下する過程においては、その実作用角が図11に示すA点を通る直線に沿って変化する。

【0105】

この場合、停止時作用角 A および停止時温度 $t0$ に加えて、再始動要求時における温度 $t1$ が判れば、その再始動要求時における実作用角 B は求めることができる。そして、その時点の実作用角 B が判れば、その実作用角 B を再始動要求作用角幅に収めるための補正值 ΔVL

も演算により求めることができる。このため、内燃機関の停止中には補正值 ΔVL の算出処理のみを繰り返し実行しておき、再始動の要求時には、クランキングの開始に先立って、その補正值 ΔVL を実現するための制御軸 12 の調整のみを行うこととしても良好な始動性を得ることは可能である。

【0106】

更に、補正值 ΔVL の演算に要する時間が、始動時の応答性にさほど影響しない程度であれば、内燃機関の停止中には何ら処理を行わず、内燃機関の再始動が要求された時点で、その時点における温度 $t1$ に基づく補正值 ΔVL の演算と、その補正值 ΔVL 実現のための制御軸 12 の制御とを順次実行し、その後にクランキングを開始することとしてもよい。このような手法によっても、適切な実作用角での再始動を図ることが可能であり、内燃機関に対して良好な始動性を付与することができる。

【0107】

また、上述した実施の形態 2 においては、可変動弁機構が、エコラン車両やハイブリッド車両など、自動停止および自動始動の機能を有する内燃機関と組み合わされるものとされているが、本発明はこれに限定されるものではない。すなわち、本発明は、内燃機関の始動が要求された際に、その時点における現実の機関温度 $t1$ の下で、始動に適した最適な作用角およびリフト量を実現しようとするものであり、このような可変動弁機構は、通常の内燃機関の始動性を改善するうえでも有用である。

【0108】

尚、上述した実施の形態 2 においては、第 1 アーム部材 44 および第 2 アーム部材 46 が前記第 4 の発明における「可変機構」に、水温センサ 25 が前記第 4 の発明における「温度検出手段」に、回転角センサ 22 が前記第 4 の発明における「状態検知センサ」に、それぞれ相当している。また、ここでは、ECU 24 が、上記ステップ 120 において実作用角 A および機関温度 $t0$ を検知することにより前記第 4 の発明における「停止時特性値検知手段」および「停止時温度取得手段」が、上記ステップ 128 において停止中温度 $t1$ を検出することにより前記第 4 の発明における「停止中温度取得手段」が、上記ステップ 138 の処理を実行することにより前記第 4 の発明における「停止中補正手段」が、それぞれ実現されている。

【0109】

また、上述した実施の形態 2 においては、ECU 24 が、内燃機関の停止直後に上記ステップ 130 および 132 の処理を実行することにより前記第 5 の発明における「第 1 特性値変動量算出手段」が、内燃機関の停止直後に上記ステップ 134 において $A + \Delta A$ を算出することにより前記第 5 の発明における「第 1 実特性値算出手段」が、上記ステップ 134 において $\alpha \leq A + \Delta A \leq \beta$ の判断を行うことにより前記第 5 の発明における「適正判断手段」が、上記ステップ 138 において制御軸 12 を駆動することにより前記第 5 の発明における「制御軸補正手段」が、上記ステップ 138 において $A + \Delta A - \Delta VL$ を新たな実作用角 A として算出することにより前記第 5 の発明における「補正後特性値算出手段」が、制御軸 12 の補正が行われた後に上記ステップ 130 および 132 の処理を実行することにより前記第 5 の発明における「第 2 特性値変動量算出手段」が、制御軸 12 の補正が行われた後に上記ステップ 134 において $A + \Delta A$ を算出することにより前記第 5 の発明における「第 2 実特性値算出手段」が、それぞれ実現されている。

【0110】

また、上述した実施の形態 2 においては、第 1 アーム部材 44 および第 2 アーム部材 46 が前記第 7 の発明における「可変機構」に、水温センサ 25 が前記第 6 の発明における「温度検出手段」に、回転角センサ 22 が前記第 7 の発明における「状態検知センサ」に、それぞれ相当している。また、ここでは、ECU 24 に、上記ステップ 120 において機関温度 $t0$ 、および実作用角 A を検出させることにより前記第 6 の発明における「停止時温度取得手段」、および「停止時特性値検知手段」をそれぞれ実現することができる。また、ECU 24 に、再始動要求の発生時に機関温度を検出させることにより前記第 6 の発明における「再始動要求時温度取得手段」を、その再始動時の機関温度を $t1$ として実作用角 A

+ ΔA (上記ステップ130～134参照) を算出させることにより前記第6の発明における「非補正再始動要求時特性値算出手段」を、次いで、上記ステップ136の処理を実行させることにより前記第6の発明における「補正值算出手段」を、上記ステップ138の処理を実行させることにより前記第6の発明における「再始動前補正手段」を、それぞれ実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0111】

【図1】 本発明の実施の形態1の可変動弁機構の全体構成を説明するための図である。

【図2】 本発明の実施の形態1の可変動弁機構が一の気筒に対応して備える機械的機構(可変動弁機構)の斜視図である。

【図3】 図2に示す可変動弁機構の構成要素である第1アーム部材と第2アーム部材の分解斜視図である。

【図4】 本発明の実施の形態1の可変動弁機構が小リフト動作を行う場合の様子を示す図である。

【図5】 本発明の実施の形態1の可変動弁機構が大リフト動作を行う場合の様子を示す図である。

【図6】 本発明の実施の形態1の可変動弁機構の動作を説明するための特性図である。

【図7】 本発明の実施の形態1において実行されるルーチンのフローチャートである。

【図8】 本発明の実施の形態1の可変動弁機構の変形例の動作を説明するための特性図である。

【図9】 本発明の実施の形態2の可変動弁機構の動作を説明するための特性図である。

【図10】 本発明の実施の形態2において実行されるルーチンのフローチャートである。

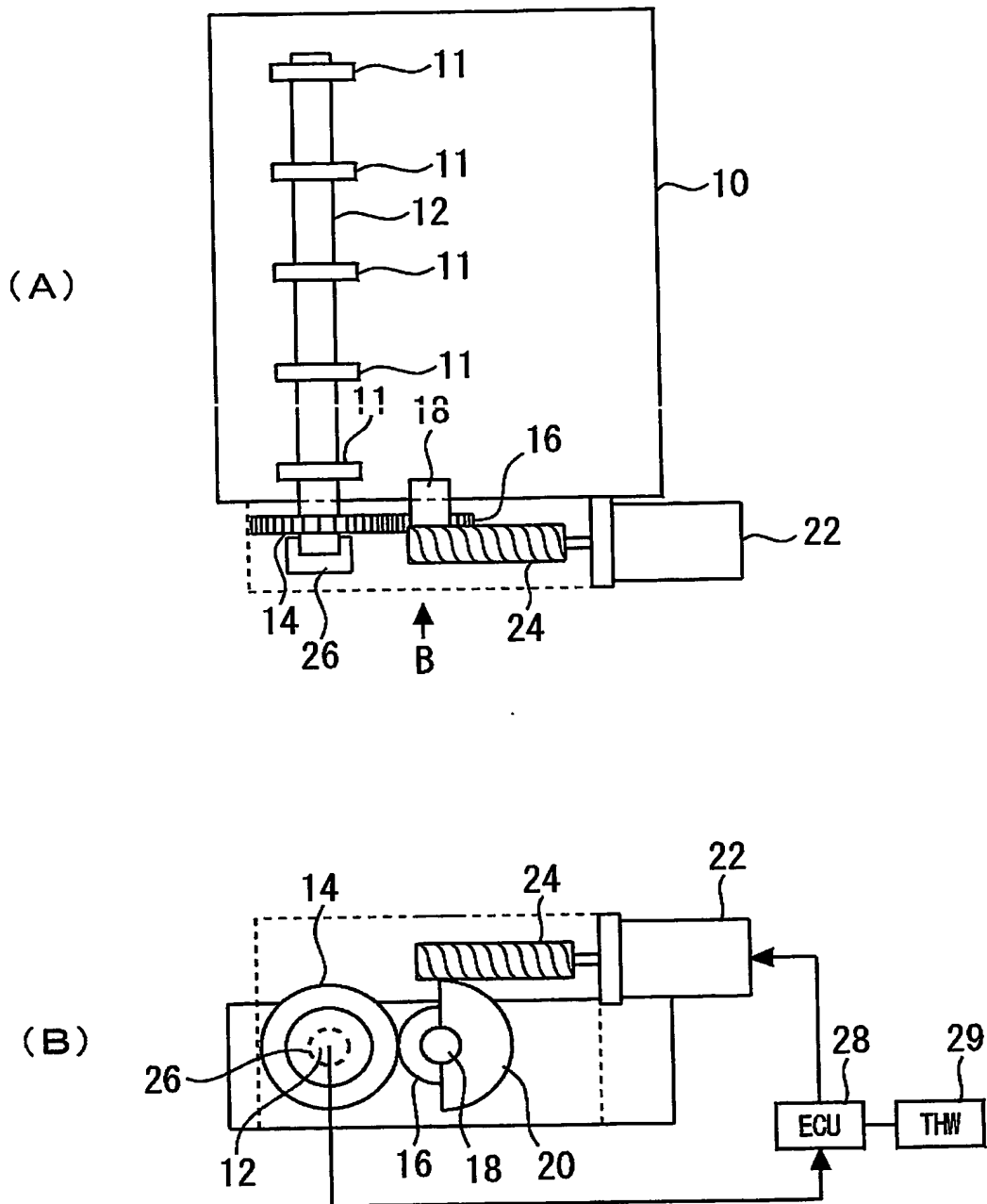
【図11】 本発明の実施の形態2の可変動弁機構の変形例の動作を説明するための特性図である。

【符号の説明】

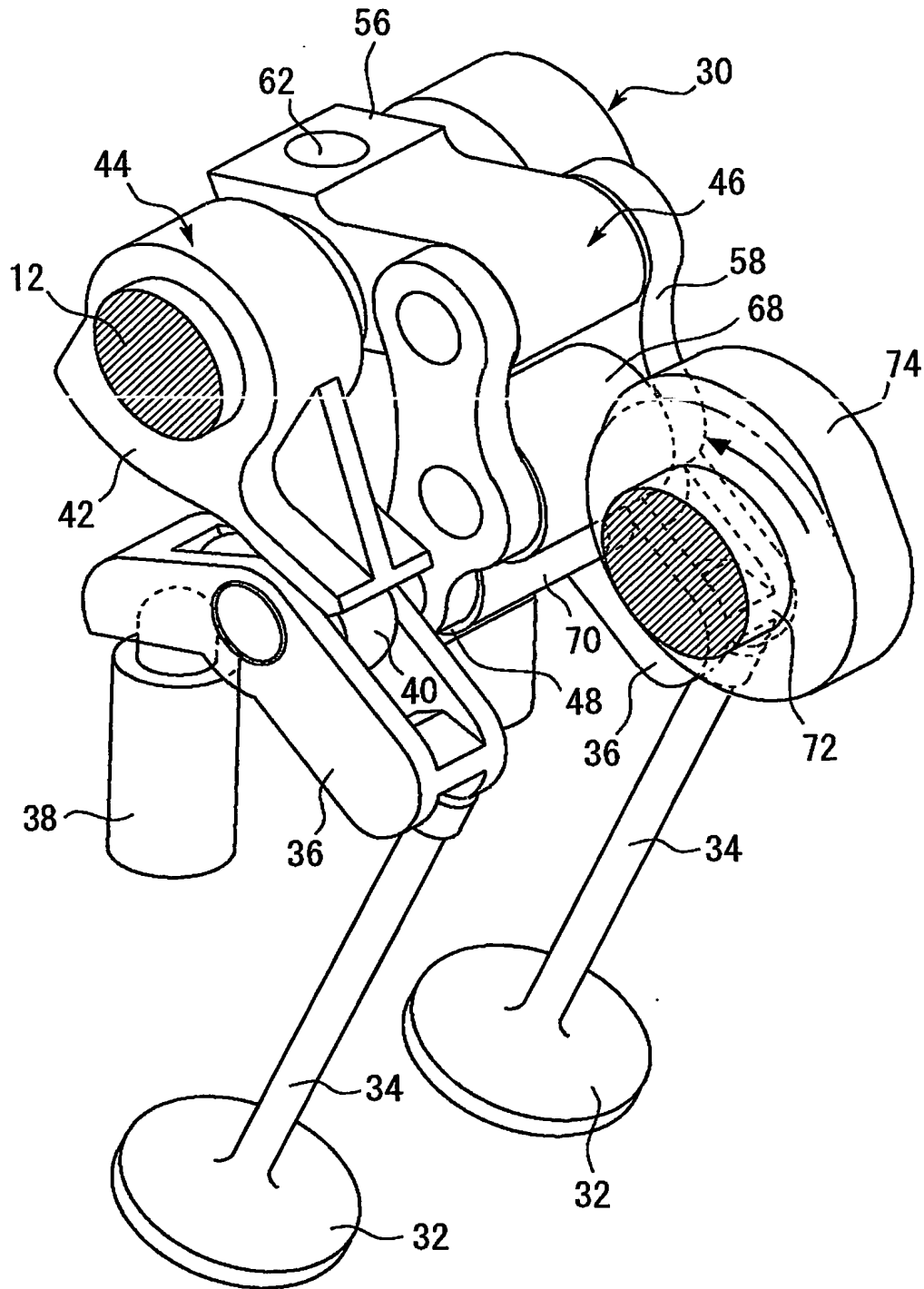
【0112】

- 12 制御軸
- 22 モータ
- 32 弁体
- 32 揺動アーム
- 44 第1アーム部材
- 46 第2アーム部材
- 72 カムシャフト
- 74 カム
- θ_C 制御軸回転角
- θ_A アーム回転角

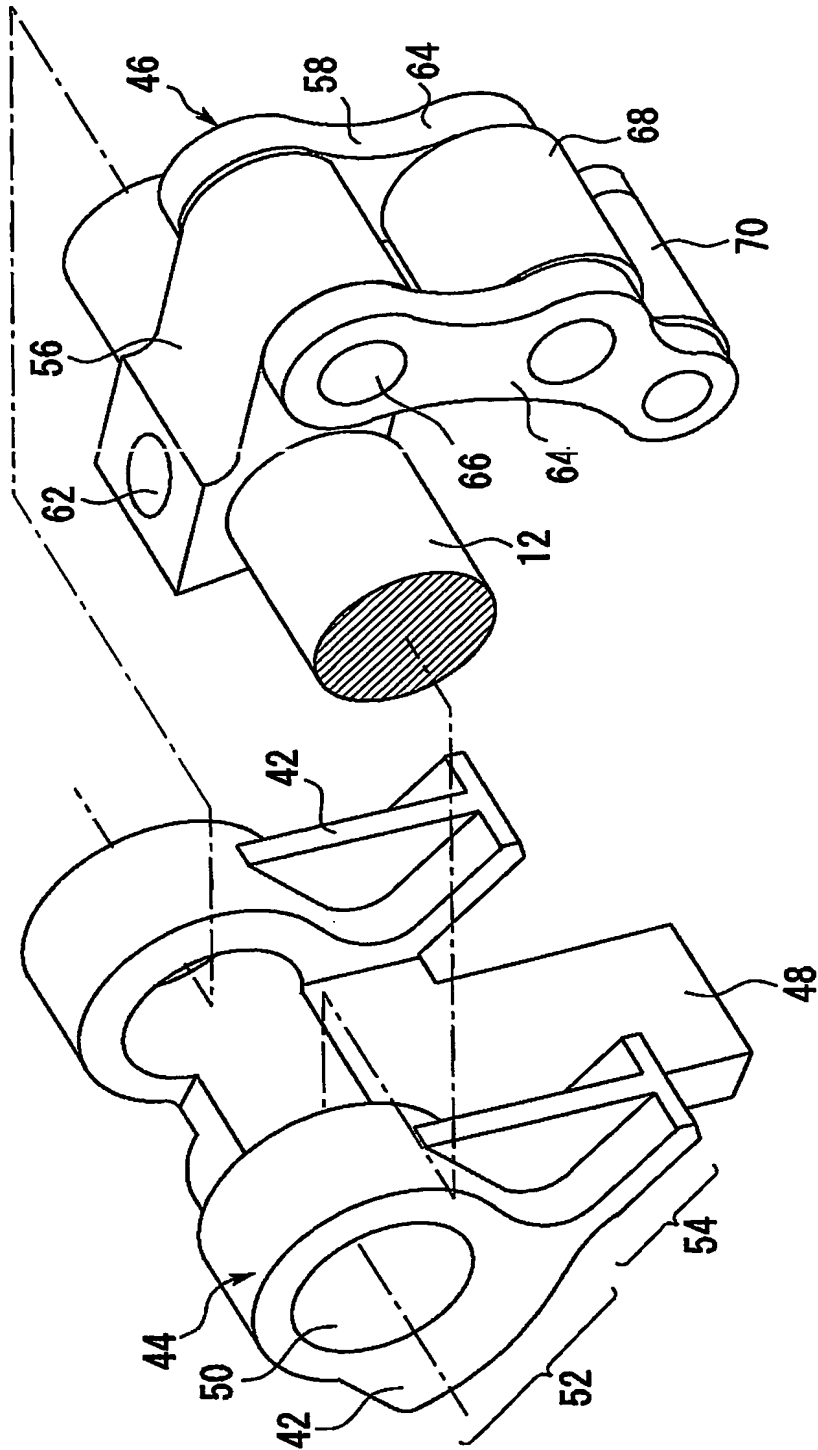
【書類名】 図面
【図 1】



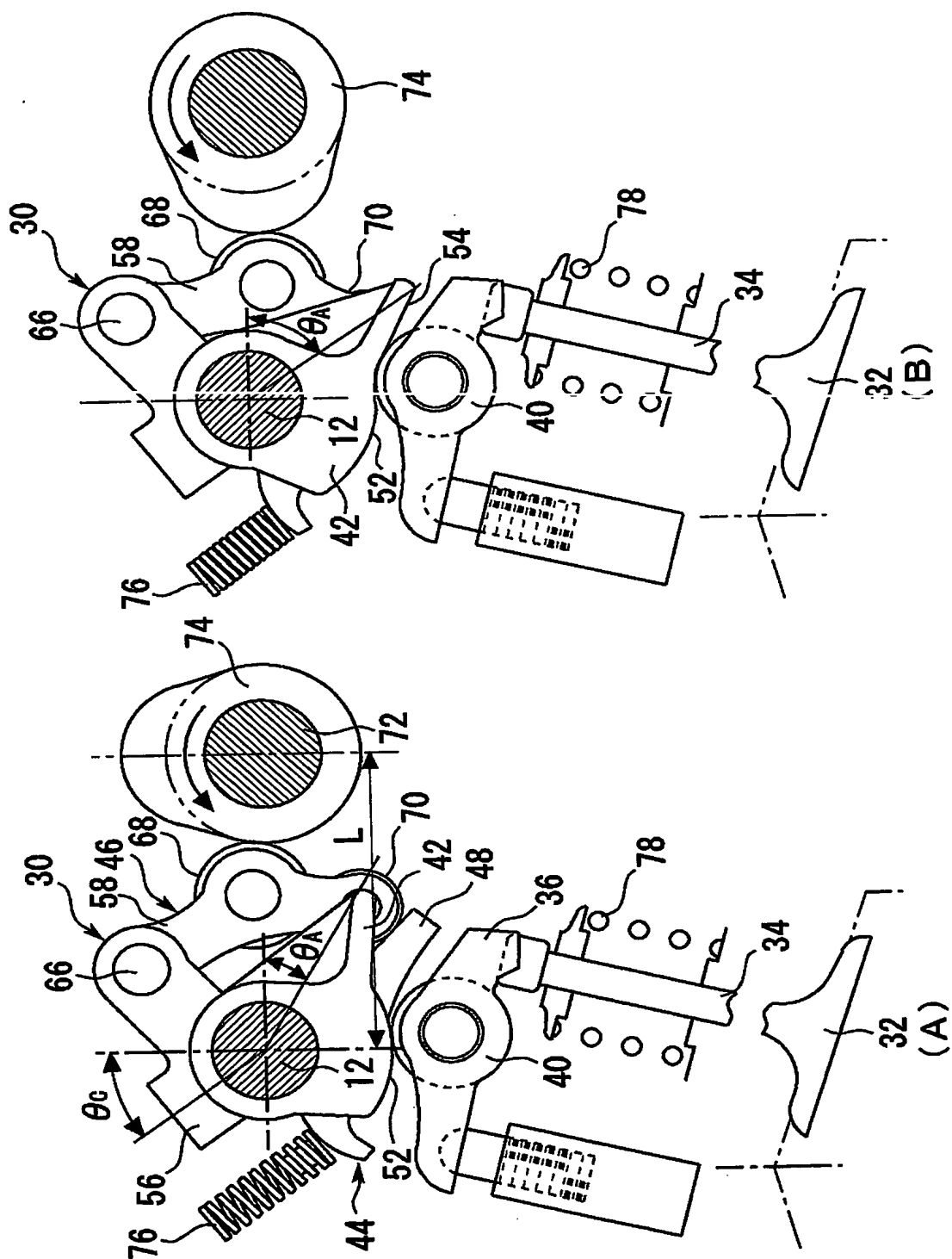
【図 2】



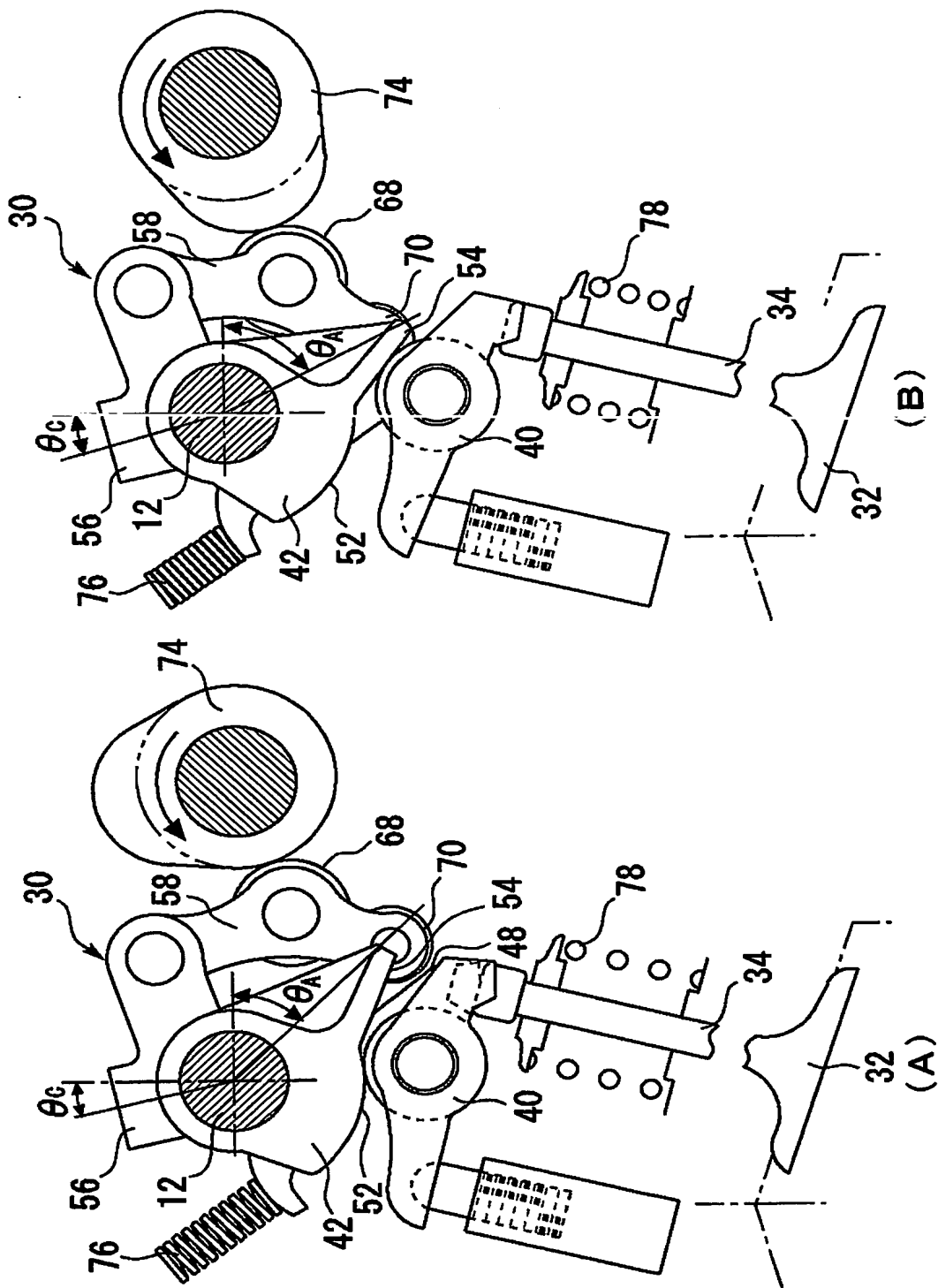
【図 3】



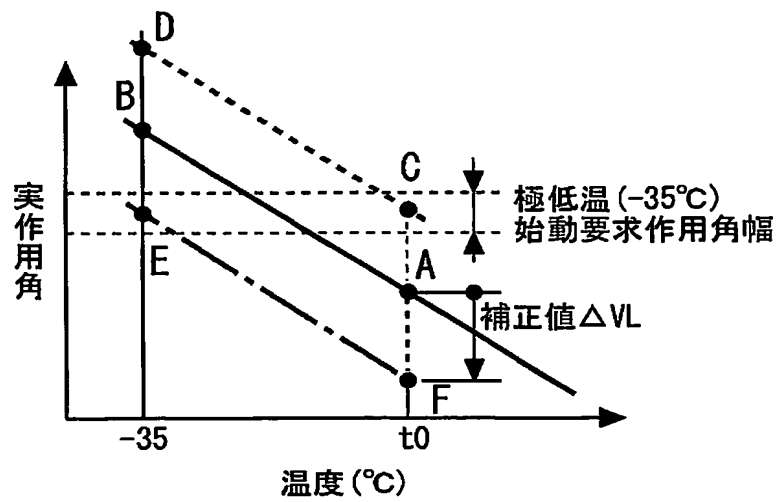
【図 4】



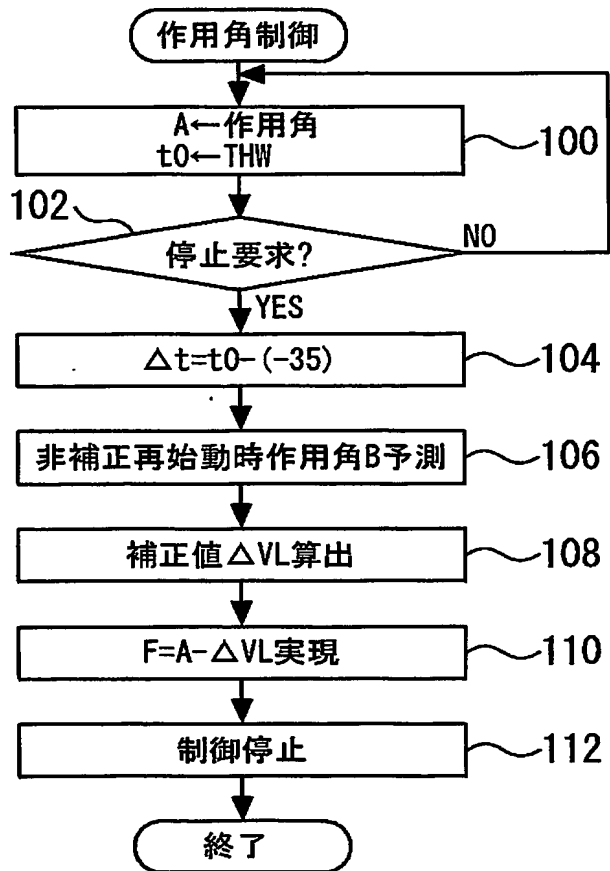
【図 5】



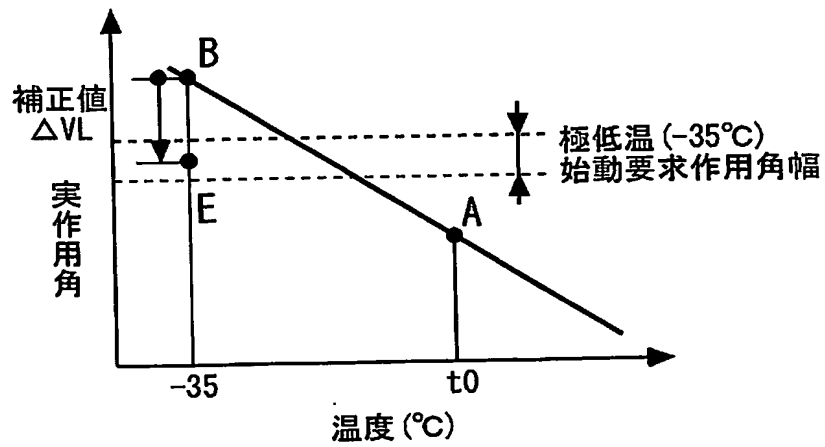
【図 6】



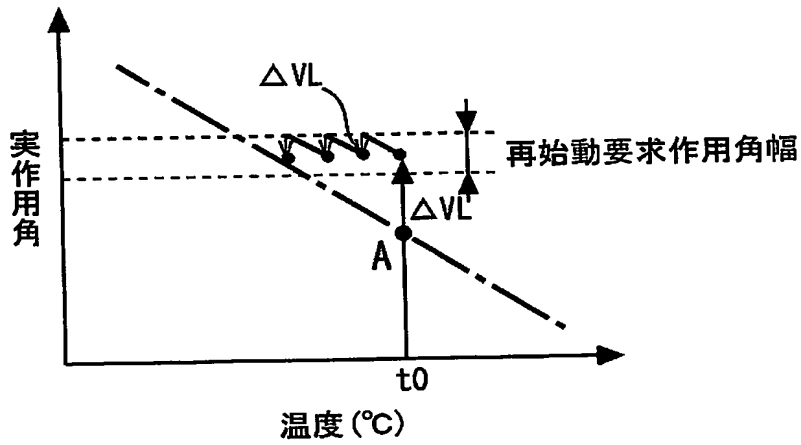
【図 7】



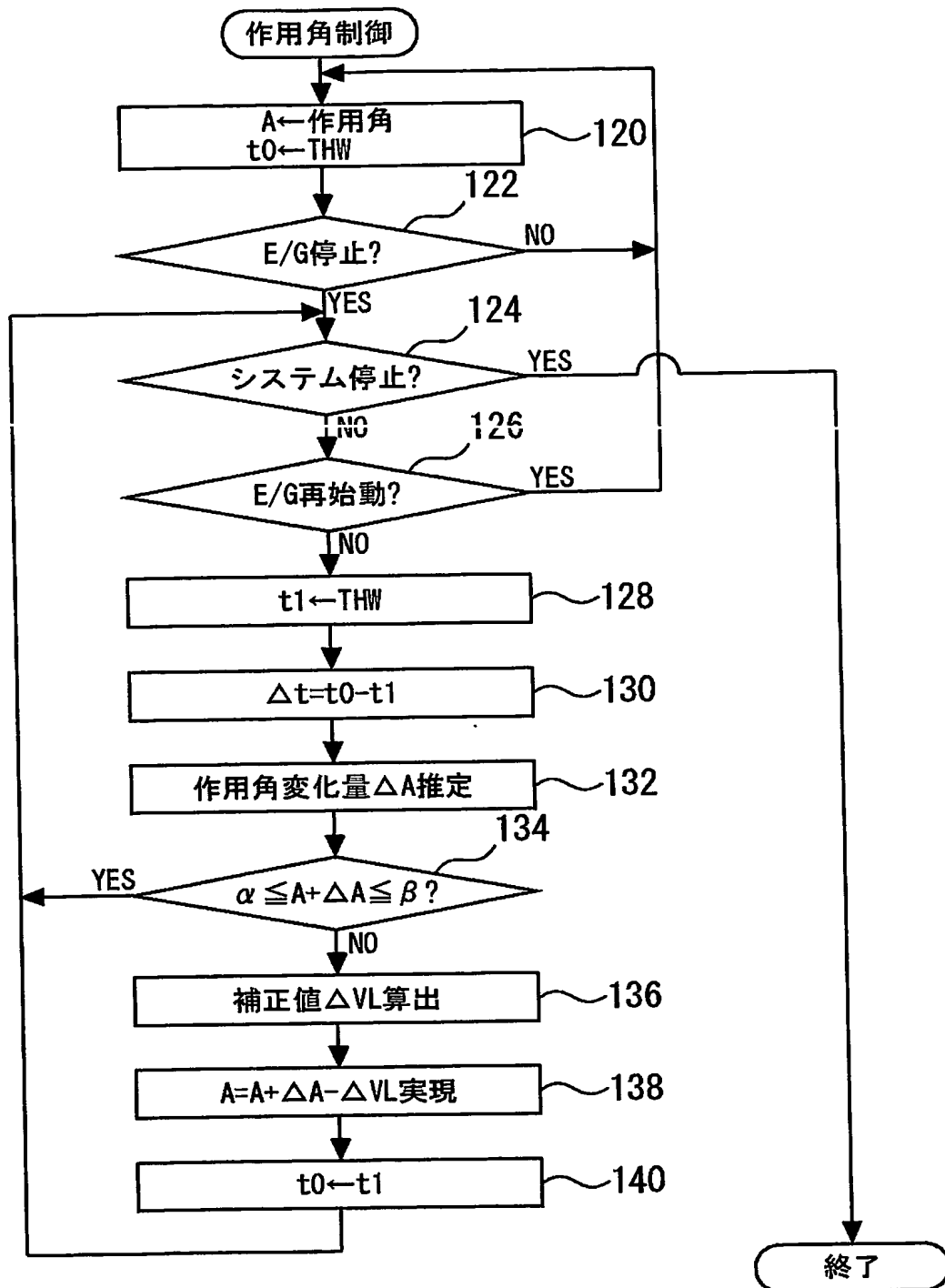
【図 8】



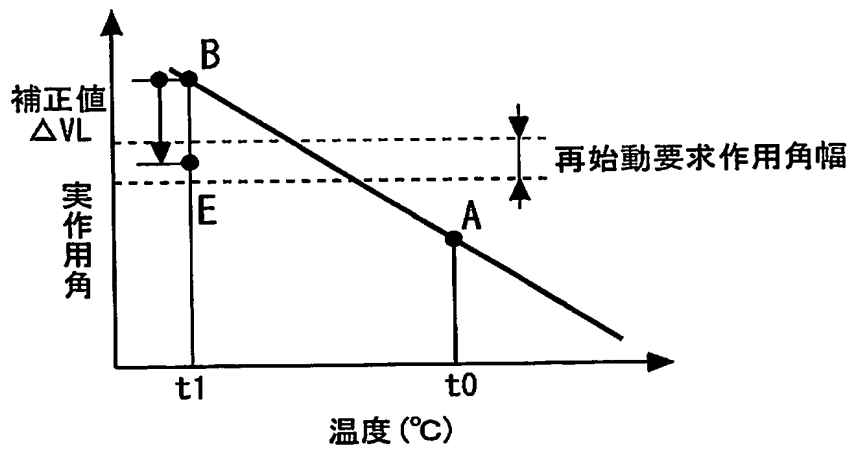
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 この発明は、カムにより駆動される弁体のリフト量を制御軸の状態を変えることにより変化させる可変動弁機構に関し、内燃機関の停止後に生ずる温度変化に影響されることなく、内燃機関の始動時に、常に最適な開弁特性を弁体を与えることを目的とする。

【解決手段】 カム 74 と弁体 32 の間に揺動アーム 44 を介在させる。制御軸 12 の状態に応じて、弁体 32 に対する揺動アーム 22 の基本相対角を変化させる可変機構（46, 48）を設ける。内燃機関の停止時に制御軸 12 の近傍温度を停止時温度として取得し、実作用角を停止時作用角として検知する。内燃機関の再始動想定温度（ -35°C ）と停止時温度との差、および停止時作用角に基づいて、再始動想定温度に適した作用角を実現するための補正値を算出する。内燃機関の再始動に先立って、作用角にその補正値の変化が生ずるように制御軸の回転位置を補正する。

【選択図】 図 4

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-426334
受付番号	50302115804
書類名	特許願
担当官	小野塚 芳雄 6590
作成日	平成 16 年 1 月 6 日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000003207
【住所又は居所】	愛知県豊田市トヨタ町 1 番地
【氏名又は名称】	トヨタ自動車株式会社

【代理人】 申請人

【識別番号】	100106150
【住所又は居所】	東京都新宿区荒木町 20 番地 インテック 88 ビル 5 階
【氏名又は名称】	高橋 英樹

【代理人】

【識別番号】	100082175
【住所又は居所】	東京都新宿区荒木町 20 番地 インテック 88 ビル 5 階
【氏名又は名称】	高田 守

【選任した代理人】

【識別番号】	100120499
【住所又は居所】	東京都新宿区荒木町 20 番地 インテック 88 ビル 5 階
【氏名又は名称】	平山 淳

特願 2 0 0 3 - 4 2 6 3 3 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 2 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町1番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/018673

International filing date: 08 December 2004 (08.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2003-426334
Filing date: 24 December 2003 (24.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 04 February 2005 (04.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse